

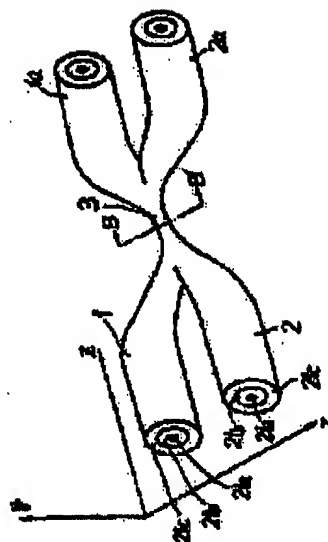
FIBER TYPE DIRECTIONAL COUPLER

Patent number: JP60154215
Publication date: 1985-08-13
Inventor: KAWACHI MASAO; KOBAYASHI MORIO
Applicant: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE
Classification:
- **International:** G02B6/16; G02B6/28
- **European:** G02B6/22; G02B6/28B6H
Application number: JP19840009947 19840125
Priority number(s): JP19840009947 19840125

Report a data error here

Abstract of JP60154215

PURPOSE: To obtain a low-loss coupler by covering a single-mode optical fiber with a core glass part, the 1st clad glass part, and further the 2nd clad glass part with a lower refractive index. **CONSTITUTION:** Two single-mode optical fibers 1-1a and 2-2a are composed of the 1st clad glass part 21b and the 2nd clad glass part 21c surrounding a center core glass part 21a. Light incident on the core glass part 21a at a fiber end 1 spreads gradually to the whole 1st clad glass part 21b because the core diameter 2A decreases in a taper shape, and then propagates in the single-mode waveguide consists of the 1st clad glass part 21b as the core part and the 2nd clad glass part 21c as the clad part; the ratio of the core diameter decreases much more at a heat-sealed and drawn part than at the fiber end, so the low-loss fiber type directional coupler is constituted without any etching process.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭60-154215

⑪ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)8月13日

G 02 B 6/28
6/16

8106-2H
A-7370-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 ファイバ形方向性結合器

⑮ 特 願 昭59-9947

⑯ 出 願 昭59(1984)1月25日

⑰ 発 明 者 河 内 正 夫 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話公社茨城電気通信研究所内

⑱ 発 明 者 小 林 盛 男 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話公社茨城電気通信研究所内

⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑳ 代 理 人 弁理士 杉村 暁秀 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 ファイバ形方向性結合器

2. 特許請求の範囲

1 複数本の単一モード光ファイバの一部が融着・延伸されて成るファイバ形方向性結合器において、単一モード光ファイバがコアガラス部とこれを取り囲む第1クラッドガラス部と、さらに第1クラッドガラス部を取り囲み、屈折率が第1クラッドガラス部より低い第2クラッドガラス部とから成ることを特徴とするファイバ形方向性結合器。

2 単一モード光ファイバが、複屈折性光ファイバであり、その主軸方向が融着・延伸部で、互いに平行になるように融着・延伸されて成ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のファイバ形方向性結合器。

3. 発明の詳細な説明

(技術分野)

本発明は低損失なファイバ形方向性結合器に関するものである。

(従来技術)

2本の単一モード光ファイバの一部を加熱融着した後、融着部を延伸して構成されるファイバ形方向性結合器は、光通信や光ファイバセンサ用の光回路を構成するのに必要な重要な光部品である。第1図(a)にその構造例を示す。2本の単一モード光ファイバ1-1a, 2-2aの一部が、融着・延伸されている。第1図(b)は第1図(a)のA-A'における断面図で、4は融着・延伸部断面形状を示す。例えば第1図(a)に示すファイバ端1に入射した光は、融着・延伸部8で、光ファイバ2-2a側に結合し、ファイバ端1a, 2aに分割され出射される。従来、この種の方向性結合器の構成には、長距離伝送用の単一モード光ファイバが、そのまま使用されている。第1図(c)はその単一モード光ファイバの屈折率分布図で、5はその屈折率分布形を示す。直径2Aの屈折率の高いコアガラス部4aと、その周辺の外径Dのクラッドガラス部4bとから成っている。

ところで方向性結合器の融着・延伸部8で、光

の結合・分割が生じるのであるが、同時に幾分か
の光は散乱光として失われ、いわゆる過剰損失
が発生し、この過剰損失の大小がファイバ形方向
性結合器の性能を決める。過剰損失は、用いる単
一モード光ファイバの外径とコア径の比すなわち
 $D/2A$ の大きさに左右され、一般に $D/2A$ が小さい
ほど、過剰損失が小さくなることが知られている。
コア径 $2A$ は、単一モード条件を満たす必要上、
むやみに大きくすることはできないので、 D を小
さくする努力がなされている。

通常、融着に先立ち、ファイバ外径をエッチン
グにより小さくする方法が用いられ、0.5 dB 程
度の過剰損失の方向性結合器が作製されている。
しかしエッチングにより細くなつたファイバを取
り扱うには、細心の注意を要するという問題点が
あつた。また0.5 dB 程度以下の過剰損失を再現
性良く実現するには、融着や延伸の操作に高度の
熟練を要し、生産効率上の問題となつていた。

(発明の目的)

本発明は従来のファイバ形方向性結合器作製上

の前記の問題を解決するため、通常の光伝送用と
異なる構造の単一モード光ファイバから方向性結
合器を構成するもので、その目的はきわめて低損
失なファイバ形方向性結合器、偏波保持性ファイ
バ形方向性結合器を再現性良く提供することにあ
る。以下図面により本発明を詳細に説明する。

(発明の構成および作用)

第2図(a)は本発明の一実施例の構成図であつて、
2本の単一モード光ファイバ1-1a、2-2aは、
中心のコアガラス部21aをとり囲む第1クラッド
ガラス部21b、第2クラッドガラス部21c
から成つている。第2図(b)は第2図(a)のB-B'に
おける断面図、第2図(c)は第2図(a)の単一モ
ード光ファイバの屈折率分布図であつて、5は単一モ
ード光ファイバの屈折率分布形であり、中心のコ
アガラス部(直径2A)で屈折率値が最も高く、
第1クラッドガラス部(直径2B)、第2クラ
ッドガラス部(直径D)と屈折率が低くなつてい
る。コア・第1クラッド間の屈折率差は Δn_1 、第1クラ
ッド・第2クラッド間の屈折率差は Δn_2 である。

(8)

2Aと Δn_1 は、使用波長で単一モード条件を満た
すよう設定されている。例えばファイバ端1のコ
アガラス部21aに入射した光は、融着・延伸部
8へと進むにつれて、コア径2Aがテーパ状に減
少しているため、次第に第1クラッドガラス部
21b全体に広がり、やがて第1クラッドガラス
部をコア部とし、第2クラッドガラス部21cを
クラッド部とする単一モード導波路中を伝搬す
ることとなる。すなわちファイバ端1では、外径と
コア径の比は $D/2A$ であるが、融着・延伸部8で
は外径とコア径の比は、実質上、 $D/2B$ へと大幅
に減少し、エッチングの工程を要せずして低損失
なファイバ形方向性結合器を構成することができ
る。融着・延伸部8で分割された光がファイバ端
1a、2aへと向かうにつれてテーパ構造が復帰し、
光は再び最も屈折率値の高いコアガラス部21a
をコア部として進行し、ファイバ1a、2aから出
射される。

本発明で用いている単一モード光ファイバの構
造は、1km以上の長距離の光伝送に使用するの

(8)

は、第1クラッドガラス部21bをコア部とする
多モード光が一部励振されて望ましくないが、フ
ァイバ形方向性結合器の構成に必要な数m長では
問題とならない。また必要に応じてファイバ端1、
1a、2、2aに、第1図に示した通常の単一モ
ード光ファイバを接続して用いることもできる。
次に具体的な作製例について説明する。単一モ
ード光ファイバとして、以下の構造のものを用い
た。

コアガラス部($\text{SiO}_2\text{-GeO}_2$ ガラス) $2A=8\mu\text{m}$
第1クラッドガラス部(SiO_2 ガラス) $2B=50\mu\text{m}$
第2クラッドガラス部(SiO_2 -F ガラス) $D=125\mu\text{m}$
 $\Delta n_1=0.8\%$ 、カットオフ波長 $=1.18\mu\text{m}$
 $\Delta n_2=0.8\%$

約2m長の2本の上記単一モード光ファイバの
中央付近のプラスチック被覆材を除去した後、除
去部を平行に接触せしめ、酸素プロパン炎から成
るミニトーチで局部的に加熱し、約2mm長を融着
させた。つづいて加熱と同時に融着部を延伸して、
融着・延伸部を形成し、ファイバ形方向性結合器と

(5)

(8)

した。以上の工程中ファイバ端1から、波長1.8 μm のモニター光をコアガラス部81aに入射し、ファイバ端1a, 2aのコアガラス部からの出射光強度を監視し、光結合比が所望の値(通常は50%、すなわち1:1の等分割)になるように延伸の度合を調節した。また同時に、全出射光強度の変化から過剰損失を求めた。この結果、0.5 dB以下の低過剰損失の方向性結合器が容易に得られ、0.2 dB以下の極低損失値を実現することも困難ではなかった。なかには、0.0 dBと過剰損失がほとんど無いものも得られた。

なお比較参考のために、従来の第1図の構造の方向性結合器を、以下の諸元の光ファイバを用いて作製してみたところ、

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{コアガラス部 (SiO}_2\text{-GeO}_2\text{ ガラス)} \quad 2A = 8 \mu\text{m} \\ \text{クラッドガラス部 (SiO}_2\text{ ガラス)} \quad D = 125 \mu\text{m} \\ \Delta n = 0.8\%, \text{ カットオフ波長} = 1.18 \mu\text{m} \end{array} \right.$$

過剰損失は1~2 dB程度と高く、0.5 dB程度に低減化するためには、ファイバ外径をあらかじめHF水溶液により60 μm 程度に減少しておく必

(7)

て働く。具体的な構造例を示すと以下の通りである。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{コアガラス部 (SiO}_2\text{-GeO}_2) \quad \cdots \text{コア径} = 6.5 \mu\text{m} \\ \text{第1クラッドガラス部 (SiO}_2\text{-GeO}_2\text{-B}_2\text{O}_3) \\ \quad \cdots \text{長径} = 50 \mu\text{m}, \text{短径} = 80 \mu\text{m} \\ \text{第2クラッドガラス部 (SiO}_2) \quad \cdots \text{外径} = 125 \mu\text{m} \\ \Delta n = 0.4\%, \text{ カットオフ波長} = 1.1 \mu\text{m} \\ \Delta n_B = 0.8\% \end{array} \right.$$

この光ファイバはMOVVD法により作製したものである。

次に第8図(c)は、コアガラス部81aの両側に応力付与部82aを有し、しかもコアガラス部81aは、第1クラッドガラス部82b、第2クラッドガラス部82cにとり囲まれている。具体的な構造例を示すと以下の通りである。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{コアガラス部 (SiO}_2\text{-GeO}_2) \quad \cdots \text{コア径} = 6 \mu\text{m} \\ \text{第1クラッドガラス部 (SiO}_2) \quad \cdots \text{直径} = 50 \mu\text{m} \\ \text{第2クラッドガラス部 (SiO}_2\text{-F)} \quad \cdots \text{外径} = 125 \mu\text{m} \\ \text{応力付与部 (SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2) \quad \cdots \text{直径} = 80 \mu\text{m} \\ \text{応力付与部間の距離} \quad \cdots 40 \mu\text{m} \end{array} \right.$$

(9)

張があつた。このように細い外径部分を含む光ファイバを精度良く配列して融着するには、細心の注意が必要で、作業効率は低下した。

以上の構成は、直線偏波を主軸に沿って安定に保持する複屈折性単一モード光ファイバを用いた偏波保持性ファイバ形方向性結合器にも拡張することができる。

第8図(a)は、低損失な偏波保持性ファイバ形方向性結合器の構成に用いることのできる複屈折性光ファイバの構造例を示し、第8図(b)はその屈折率分布形を示したものである。第8図(a)はいわゆる楕円クラッド形の複屈折性光ファイバに対応する構造例であり、81aはコアガラス部、81bは楕円形第1クラッドガラス部、81cは第2クラッドガラス部である。81bは大きな熱膨張係数をもつガラス組成を有し、コアガラス部81aの近傍に応力複屈折を誘起する。第8図(b)の屈折率分布形状5に示したように、第1クラッド部は、第2クラッド部に比して大きな屈折率値を有し、第2クラッド部に対しては、相対的にコア部とし

(8)

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta n = 0.45\%, \text{ カットオフ波長} = 1.1 \mu\text{m} \\ \Delta n_B = 0.8\% \end{array} \right.$$

応力付与部と第2クラッド部間の比屈折率差 = -0.1%

なお第8図(c)の光ファイバの屈折率分布形は第8図(d)に示した。

この光ファイバは、VAD法により、コアガラス部、第1クラッドガラス部から成るガラス母材を合成した後、その周囲にさらにOVPO法に第2クラッドガラス部を堆積し、応力付与部位位置を超音波加工により穴あけし、穴あけ部に、VAD法で合成した応力付与部ガラス棒を入れて、全体を線引きすることにより作製したものである。

これらの偏波保持性の複屈折性光ファイバでは、方向性結合器の構成に必要な融着・延伸工程に先立ち、2本のファイバの複屈折主軸方向88を、第4図(a), (b)のように平行に整列させておくことにより、融着・延伸部でも、主軸に沿った直線偏波状態が保存される偏波保持性ファイバ形方向性結合器を構成することができる。なお41, 42は複屈折性光ファイバである。

(10)

第4図(c)、(d)はそれぞれ第4図(a)、(b)の偏波保持性ファイバ形方向性結合器の融着・延伸部断面を示す。

以上の構造例に示した複屈折性光ファイバからは、過剰損失0.8 dB程度以下の方向性結合器が、再現性良く得られ、直線偏波保存の良否を示す消光比は-15~-25 dBと良好であつた。これらの方向性結合器の入出力ファイバ端には、光伝送用の従来の複屈折性光ファイバを接続して使用できることはもちろである。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明のファイバ形方向性結合器は、第1クラッドガラス部の周囲に屈折率の低い第2クラッドガラス部を有する単一モード光ファイバを用いて方向性結合器を構成するので、きわめて低損失なファイバ形方向性結合器、偏波保持性ファイバ形方向性結合器を再現性良く作製することができ、単一モード光ファイバ通信や、光ファイバセンサの分野に応用して効用が大きい。

以上の実施例では、2本の単一モード光ファイバを用いた、いわゆる〔2×2〕形方向性結合器について説明したが、本発明は8本のファイバを用いた〔8×8〕形方向性結合器の構成にも有効である。

4 図面の簡単な説明

第1図(a)は従来のファイバ形方向性結合器の構成図、第1図(b)は第1図(a)のA-A'における断面図、第1図(c)は長距離伝送用の単一モード光ファイバの屈折率分布図、第2図(a)は本発明のファイバ形方向性結合器の構成例図、第2図(b)は第2図(a)のB-B'における断面図、第2図(c)は第2図(a)の単一モード光ファイバの屈折率分布図、第3図(a)、(c)は本発明のファイバ形方向性結合器の構成に用いる複屈折性光ファイバの構造例図、第3図(b)、(d)はそれぞれ第3図(a)、(c)の屈折率分布形を示す図、第4図(a)、(b)は偏波保持性方向性結合器の構成に必要な複屈折主軸配列例図、第4図(c)、(d)はそれぞれ第4図(a)、(b)の偏波保持性方向性結合器の融着・延伸部断面図である。

(11)

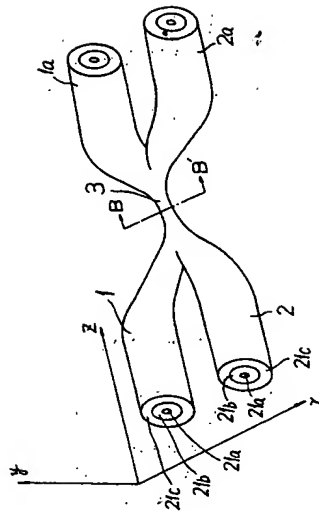
(12)

1-1a、2-2a…単一モード光ファイバ、
3…融着・延伸部、4a…コアガラス部、
4b…クラッドガラス部、4…融着・延伸部断面、
5…単一モード光ファイバ屈折率分布形、
21a…コアガラス部、21b…第1クラッドガラス部、
21c…第2クラッドガラス部、
31a…コアガラス部、31b…第1クラッドガラス部、
31c…第2クラッドガラス部、
32a…応力付与部、32b…第1クラッドガラス部、
32c…第2クラッドガラス部、33…主軸方向、
41、42…複屈折性光ファイバ。

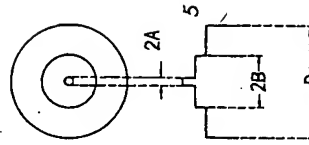
(18)

第 2 図

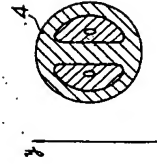
(a)



(c)

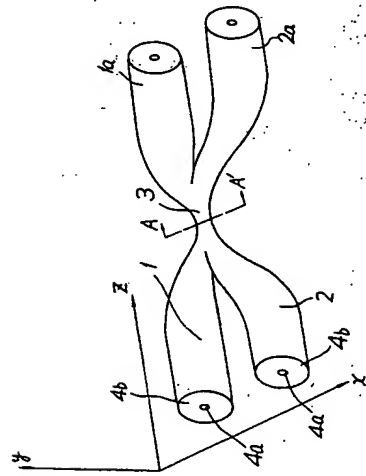


(b)

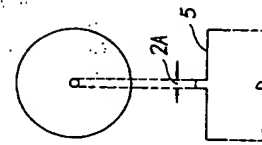


第 1 図

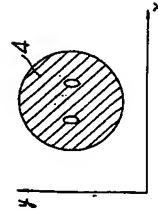
(a)



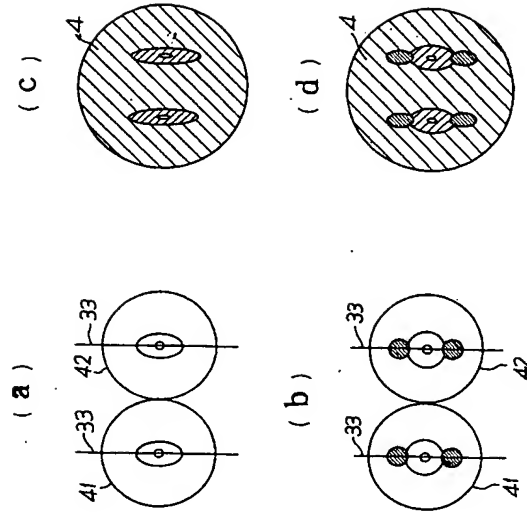
(c)



(b)



第 4 図



第 3 図

